

COPY

PAT-NO: JP411295504A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11295504 A

TITLE: MANUFACTURE OF PLANAR MICROLENS

PUBN-DATE: October 29, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NAKAMAE, KAZUO	N/A
KATAYAMA, MAKOTO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SUMITOMO ELECTRIC IND LTD	N/A

APPL-NO: JP10098946

APPL-DATE: April 10, 1998

INT-CL (IPC): G02B003/00, G02F001/1335

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method capable of easily manufacturing a planar microlens of high accuracy at a low cost.

SOLUTION: In this manufacturing method of a planar microlens, a silica-based glass substrate 1 is prepared and by irradiating the plural areas of the substrate with X-rays 4 so as to generate the microlens 5 in the respective plural areas, the refractive indexes of the plural areas are locally raised. Thus, the planar microlens is easily manufactured without the need of many complicated processes. Especially, an X-ray mask is repeatedly used for any number of times without the need of forming it for every glass substrate like a mask 21a.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-295504

(43)公開日 平成11年(1999)10月29日

(51) IntCl.⁹

識別記号

FI

G 0 2 B 3/00

G 0 2 B 3/00

G O 2 F 1/1335

G O 2 F · 1/1335

審査請求 未請求 請求項の数9 O.L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平10-98946

(22) 出願日

平成10年(1998)4月10日

(71)出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 仲前 一男

兵庫県赤穂郡上郡町金出地1431-12 住友

電氣工業株式會社播磨研究所内

(72)發明者 片山 誠

兵庫県赤穂郡上郡町金出地1431-12 住友

電氣工業株式會社播磨研究所内

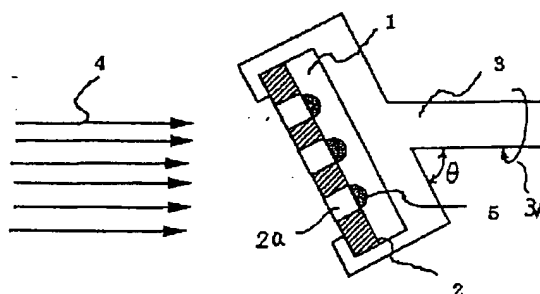
(74) 代理人 弁理士 深見 久郎 (外 2 名)

(54)【発明の名称】 平板マイクロレンズの作製方法

(57) 【要約】

【課題】 高精度の平板マイクロレンズを簡便かつ低コストで製造し得る方法を提供する。

【解決手段】 平板マイクロレンズの作製方法は、シリカ系ガラス基板（１）を用意し、その基板の複数の領域のそれぞれにマイクロレンズ（５）を生じるようにそれら複数の領域にＸ線（４）を照射することによって、それら複数の領域の屈折率を局所的に高めることを特徴としている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 シリカ系ガラス基板を用意し、前記基板の複数の領域のそれぞれにマイクロレンズを生じるように前記複数の領域にX線を照射することによって、前記複数の領域の屈折率を局所的に高めることを特徴とする平板マイクロレンズの作製方法。

【請求項2】 前記マイクロレンズのそれぞれに対応して前記X線に対して透過性の複数の開口を有するX線マスクパターンを前記基板の表面に関して実質的に平行で固定された相対位置関係に配置し、前記X線が前記マスクパターンを介して前記基板に照射される間に前記基板は前記マスクパターンとともに前記相対位置関係を維持しつつ前記X線の光軸に平行な一定の回転軸のまわりに回転させられ、その回転の間に前記基板の表面は前記回転軸と直交していないことを特徴とする請求項1に記載の平板マイクロレンズの作製方法。

【請求項3】 前記基板の表面と前記回転軸のなす角度が前記X線照射中に変化させられることを特徴とする請求項2に記載の平板マイクロレンズの作製方法。

【請求項4】 前記基板の表面に関して実質的に平行にX線マスクパターンを配置し、前記マスクパターンは所定の厚さを有しかつ前記マイクロレンズのそれぞれに対応して前記X線の少なくとも一部を透過する複数の窪みまたは開口を有し、それらの窪みまたは開口の口径は前記マスクパターンの厚さ方向において変化させられており、前記X線はこのマスクパターンを介して前記基板に照射されることを特徴とする請求項1に記載の平板マイクロレンズの作製方法。

【請求項5】 前記マイクロレンズのそれぞれに対応して前記X線に対して透過性の複数の開口を有するX線マスクパターンを前記基板の表面に関して実質的に平行に配置し、前記X線が前記マスクパターンを介して前記基板に照射される間に前記マスクパターンはその面に平行な2次元振動成分を含んで振動させられることを特徴とする請求項1に記載の平板マイクロレンズの作製方法。

【請求項6】 前記シリカ系ガラス基板は添加元素を含まないシリカガラスからなることを特徴とする請求項1から5のいずれかの項に記載の平板マイクロレンズの作製方法。

【請求項7】 前記シリカ系ガラス基板は、ゲルマニウム、チタン、ジルコニウム、リン、およびアルミニウムから選択された少なくとも1つを添加元素として含むことを特徴とする請求項1から5のいずれかの項に記載の平板マイクロレンズの作製方法。

【請求項8】 前記基板に含まれる添加元素の濃度は深さ方向に関して変化させられていることを特徴とする請求項7に記載の平板マイクロレンズの作製方法。

【請求項9】 前記X線は0.531keV~10keVの範囲内のエネルギーを含むことを特徴とする請求項1から8のいずれかの項に記載の平板マイクロレンズの作

製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶プロジェクタ、光通信用受発光回路、プリンタ、複写機、ファクシミリなどにおける光学素子として用いられる平板マイクロレンズの製造方法に関し、特に、その製造方法の簡便化と高精度化に関するものである。

【0002】

10 【従来の技術】図5において平板マイクロレンズの一例が概略的な一部破断斜視図で示されており、図6においてはそのような平板マイクロレンズの光学的作用が概略的な断面図で示されている。これらの図において、ガラス基板20の表面に複数のマイクロレンズ22のアレイが形成されている。これらのマイクロレンズ22は、基板20の母相より高い屈折率を有している。すなわち、図6に示されているように、マイクロレンズ22は、平行光線23が入射されたときにはそれらの入射光を焦点Fに集光する作用を生じ得る。

20 【0003】このような平板マイクロレンズの作製技術の典型的な一例が、「光学系デザイナーのための小型光学エレメント」、オプトロニクス社、第26頁~28頁に開示されている。図7において、このような平板マイクロレンズの典型的な先行技術による作製技術が、概略的な断面図で図解されている。

【0004】図7(A)において、ガラスの屈折率を低下させるイオンを含むガラス基板20の表面が金属コーティング層21によって覆われる。

30 【0005】図7(B)において、金属コーティング層21をフォトリソグラフ技術を用いて加工することによって、複数の開口21bを含むマスクパターン21aが形成される。

【0006】図7(C)において、ガラスの屈折率を高めるイオンを含む熔融塩中にガラス基板20が浸漬される。そして、矢印で代表して例示されているように、マスク21aの開口部21bのみを介して、ガラスの屈折率を低下させるイオンと屈折率を高めるイオンとを交換させ、それによってマイクロレンズ22が形成される。

40 【0007】その後、図7(D)に示されているように、マスク21を除去することによって、平板マイクロレンズが得られる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、平板マイクロレンズの従来の典型的な製造方法は、金属コーティング層の形成、金属コーティング層をパターニングすることによるマスクの形成、マスクを介するイオン交換、およびマスクの除去のように多数の工程を必要として複雑である。また、従来の製造方法では、イオン交換の間にイオンの拡散を伴うので、10μm以下のレンズ径を有する平板マイクロレンズを作製することが困難で

ある。

【0009】このような従来の平板マイクロレンズの製造方法の課題に鑑み、本発明は、高精度の平板マイクロレンズを簡便かつ低コストで製造し得る方法を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明による平板マイクロレンズの作製方法においては、シリカ系ガラス基板を用意し、その基板の複数の領域のそれぞれにマイクロレンズを生じるようにそれら複数の領域にX線を照射することによって、それら複数の領域の屈折率を局部的に高

めることを特徴としている。

【0011】したがって、本発明の平板マイクロレンズの作製方法によれば、従来の方法における局所的なイオン交換のように複雑で手間のかかる工程を必要とせず、単にX線を局部的に照射するだけで簡便かつ高精度に平板マイクロレンズを作製することが可能になる。

【0012】好ましくは、マイクロレンズのそれぞれに対応してX線に対して透過性の複数の開口を有するX線マスクパターンが基板の表面に関して実質的に平行で固定された相対位置関係に配置され、X線がマスクパターンを介して基板に照射される間に基板はマスクパターンとともに相対位置関係を維持しつつX線の光軸に平行な一定の回転軸のまわりに回転させられ、その回転の間に基板の表面は回転軸と直交していない。また、基板の表面と回転軸のなす角度は、X線照射中に変化させられてもよい。

【0013】このような様式でX線を照射することによって、複数の凸レンズ状のマイクロレンズを含む平板マイクロレンズが簡便に形成され得る。

【0014】X線照射の様式に関しては、基板の表面に実質的に平行にX線マスクパターンを配置し、そのマスクパターンは所定の厚さを有しかつマイクロレンズのそれぞれに対応してX線の少なくとも一部を透過する複数の窪みまたは開口を有し、それらの窪みまたは開口の口径はマスクパターンの厚さ方向において変化させられており、X線はこのマスクパターンを介して基板に照射されてもよい。

【0015】このような様式でX線を照射しても、複数の凸レンズ状のマイクロレンズを含む平板マイクロレンズが簡便に作製され得る。

【0016】さらに、X線照射の様式としては、マイクロレンズのそれぞれに対応してX線に対して透過性の複数の開口を有するX線マスクパターンを基板の表面に関して実質的に平行に配置し、X線がそのマスクパターンを介して基板に照射される間にマスクパターンはその面に平行な2次元振動成分を含んで振動させられてもよい。

【0017】このような様式のX線照射によっても、複数の凸レンズ状のマイクロレンズを含む平板マイクロ

レンズが簡便に作製され得る。

【0018】シリカ系ガラス基板としてシリカガラスを用いることができ、その場合には赤外線領域において非常に高い透過率を有する平板マイクロレンズを得ることができる。

【0019】他方、シリカ系ガラス基板は、ゲルマニウム、チタン、ジルコニウム、リン、およびアルミニウムから選択された少なくとも1つを添加元素として含んでもよい。このような添加元素を含むシリカ系ガラス基板においては、シリカガラスに比べて同じX線照射量で大きな屈折率の上昇が得られる。

【0020】シリカ系ガラス基板に含まれる添加元素の濃度は、深さ方向に関して変化させられてもよい。シリカ系ガラス基板においては、位置が深くなるにつれてX線の吸収量が小さくなる。したがって、深さ方向に均一に分布させられた添加元素を含む基板を用いた場合には、X線の深さのみに依存する吸収分布に対応する屈折率分布が形成される。このとき、X線のエネルギーを制御することによって深さ方向に種々の異なる屈折率分布を形成することは可能であるが、添加元素の深さ方向における濃度分布の変化を利用することによって、深さ方向における屈折率分布をより自由かつ確実に制御し得ることになる。たとえば、添加元素の濃度が基板の深さに伴って増大させられている場合、深い位置まで屈折率が高められたレンズの形成が可能となる。逆に基板中の深さに伴って添加元素の濃度が減少していれば、屈折率変化が急峻な非常に薄いレンズを形成することができる。

【0021】照射されるべきX線は、0.531keV～10keVの範囲内のエネルギーを有することが好ましい。0.531keVはシリカ系ガラスに含まれる酸素のK殻吸収端のエネルギーであり、これより低いエネルギーレベルのX線を照射してもシリカ系ガラスの屈折率はほとんど上昇しない。他方、10keV以上のエネルギーレベルのX線では、シリカ系ガラス中の吸収量が0.531keVのX線に比べて1/10程度にまで低下する。したがって、0.531keV～10keVの範囲内のエネルギーを有するX線を照射することによって、シリカ系ガラスの屈折率を効率的に高めることができる。

【0022】

【発明の実施の形態】図1において、本発明の1つの実施の形態による平板マイクロレンズの製造方法が模式的な断面図で図解されている。まず、基板1としてシリカガラス板、またはゲルマニウム、チタン、ジルコニウム、およびアルミニウムの少なくとも1つを添加元素として含むシリカ系ガラス板が準備される。これらの添加元素は、シリカガラスがX線に照射されたときに、そのガラスの屈折率を高める効果を増大させる作用を有するものである。なお、望まれる場合には、これらの添加元素の濃度はシリカ系ガラス基板の厚さ方向において変化させられてもよい。基板の厚さ方向におけるそのような

添加元素の濃度変化を利用して、形成されるマイクロレンズにおける厚さや屈折率の変化割合を制御することができる。

【0023】ガラス基板1の表面上には、X線マスク2が配置される。なお、図1においてはX線マスク2はガラス基板1の表面に接して配置されているが、一定の間隔だけ隔てられて配置されてもよい。所定の厚さのX線マスク2は、形成されるべきマイクロレンズ5の口径に対応した一定径の開口2aのアレイを含んでいる。このようなX線マスク2は、たとえば金属シートをフォトリソグラフ法またはX線リソグラフ法で加工することによって形成され得る。しかし、ここでいう開口2aは、必ずしも空間的に貫通した孔である必要はなく、X線4の少なくとも一部を通過させ得る領域を意味する。すなわち、X線マスク2は、窒化ケイ素膜のようなX線透過性の膜上に形成された金属膜を加工したものであってもよい。

【0024】ガラス基板1とX線マスク2は試料ステージ3上に装着される。そして、ガラス基板1に対してX線マスク2を介してX線4が照射されるとき、試料ステージ3は、矢印3Aで表わされているように、X線4の光軸に平行な回転軸のまわりに回転させられる。このとき、ガラス基板1の表面はこの回転軸に対して直交しておらず、所定の角度 θ をなすように設定される。なお、この角度 θ は、X線照射の間に変化させられてもよい。こうして、ガラス基板1のうちでマスク2の開口2aを通してX線によって照射された局所的領域の屈折率が増大し、マイクロレンズ5が形成される。

【0025】すなわち、開口2aの中心部付近では試料ステージ3の回転3Aの間にX線4が最も多く照射されるが、開口2aの周縁近傍では試料ステージ3の回転3Aに伴って開口2aの側壁によってX線4の一部が時間変動しながら遮られるので、凸レンズ状に屈折率が高められたマイクロレンズ5が形成されるのである。

【0026】ここで、シリカ系ガラスの屈折率を効率的に高めるためには、0.531keV~10keVの範囲内のエネルギーを有するX線を照射することが好ましい。すなわち、0.531keVはシリカ系ガラスに含まれる酸素のK殻吸収端のエネルギーであり、これより低いエネルギーレベルのX線を照射してもシリカ系ガラスの屈折率はほとんど上昇しない。他方、シリカ系ガラス内において10keV以上のエネルギーを有するX線の吸収量は0.531keVのエネルギーの吸収量の1/10程度まで低下するので、10keV以上のエネルギーを有するX線を照射した場合にも屈折率上昇の効率は著しく低下する。なお、X線照射によってシリカ系ガラスの屈折率が高められ得ることは、特開平8-169731において詳述されている。

【0027】図2において、本発明のもう1つの実施の形態による平板マイクロレンズの製造方法が模式的な断

面図で示されている。図2においては、図1の場合と類似して、ガラス基板1の表面上にX線マスク6が配置される。しかし、このX線マスク6は、その表面に直交する側壁を有する貫通孔ではなくて、複数の窪み6aのアレイを含んでいる。これらの窪み6aの各々は、X線源側からガラス基板側に向かって次第に減少させられた口径を有している。

【0028】このようなガラス基板1とX線マスク6とが試料ステージ3に装着される。このとき、ガラス基板1とX線マスク6の表面はX線4の光軸に直交させられる。このような状態でX線マスク6を介してガラス基板1にX線4が照射されれば、各窪み6aの中心部で最もX線4が透過し、その周辺部に近い領域ではX線4の透過量が減少する。その結果、窪み6aの中心に近いほどガラス基板1の屈折率がより高められ、凸レンズ状のマイクロレンズ5が形成される。

【0029】なお、図2ではX線マスク6の窪み6aの口径はX線源側からガラス基板側に向かって減少させられているが、これとは逆に、窪み6aの口径はガラス基板側からX線側に向かって減少させられてもよいことは言うまでもない。また、窪み6aはX線マスク6の両表面から窪み6aの中心部が微小孔で連結されたものであってもよい。

【0030】図3と図4において、本発明のさらに他の実施の形態による平板マイクロレンズの製造方法が図解されている。図3の正面図は、この実施例で用いられるX線マスクを概略的に図解している。

【0031】図3におけるX線マスク2は、図1の場合と同様に、表面に直交する側壁を有する開口2aのアレイを含んでいる。このX線マスク2は、ばね8と水平駆動圧電素子9を介してフレーム7に装着されており、フレーム7は垂直駆動圧電素子10によって支持されている。すなわち、水平駆動圧電素子9と垂直駆動圧電素子10は、それぞれ、X線マスク2をその面に平行に水平方向と垂直方向に振動させることができる。

【0032】図4に示されているように、ガラス基板1が試料ステージ3に装着され、その基板1の表面に平行に図3のX線マスクが配置される。そして、圧電素子9と10によって水平方向と垂直方向にマスク2を振動させながら、そのマスク2を介してX線4をガラス基板1に照射することによって、マイクロレンズ5のアレイを形成することができる。

【0033】すなわち、マスク2の開口2aが水平方向と垂直方向に振動する状態でX線4が照射されるとき、開口2aの中心部に比べて周辺部においてX線を時間的に多く遮蔽し、その結果として凸レンズ状に屈折率が増大させられたマイクロレンズ5が形成される。

【0034】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、図7に示された先行技術のように複雑な多数の工程を必要とす

7

ることなく平板マイクロレンズを簡便に製造することが可能になる。特に、X線マスクは、図7におけるマスク21aのようにガラス基板ごとに形成する必要がなく、何回でも繰返し使用することができる。

【0035】また、図7の製造方法ではイオンの拡散を伴ってそれによるぼけを生じるので、 $10\mu\text{m}$ 以下の口径のマイクロレンズの形成が困難であるが、本発明の製造方法ではそのような拡散を生じさせることなくX線照射によって屈折率を高めるので、 $10\mu\text{m}$ 以下の口径の微細なマイクロレンズを含む平板マイクロレンズの形成も可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の1つの実施の形態による平板マイクロレンズの作製方法を説明するための概略的な断面図である。

【図2】本発明のもう1つの実施の形態による平板マイクロレンズの作製方法を説明するための概略的な断面図である。

【図3】本発明のさらに他の態様による平板マイクロレンズの作製方法に用いられるX線マスクの概略的な正面図である。

【図4】図3のX線マスクを用いて平板マイクロレンズ

8

を作製する方法を説明するための概略的な断面図である。

【図5】公知の平板マイクロレンズの一例を示す概略的な一部破断斜視図である。

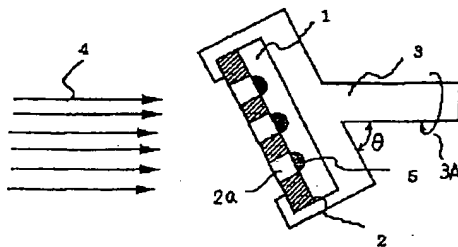
【図6】図5に示されているような平板マイクロレンズの光学的作用を説明するための概略的な断面図である。

【図7】従来の平板マイクロレンズの作製方法を図解する概略的な断面図である。

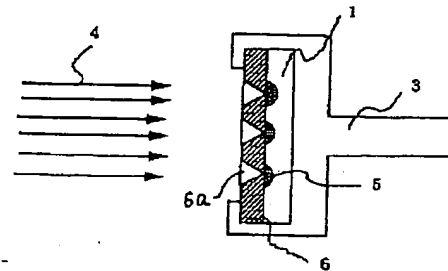
【符号の説明】

- 1 シリカ系ガラス基板
- 2 X線マスク
- 2a 開口
- 3 試料ステージ
- 3a 試料ステージの回転軸
- 4 X線
- 5 マイクロレンズ
- 6 X線マスク
- 6a 窪み
- 7 X線マスク支持フレーム
- 8 ばね
- 9 水平駆動圧電素子
- 10 垂直駆動圧電素子

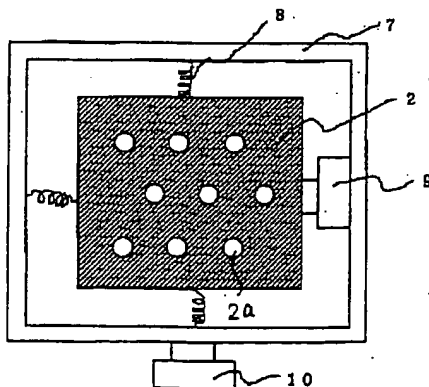
【図1】



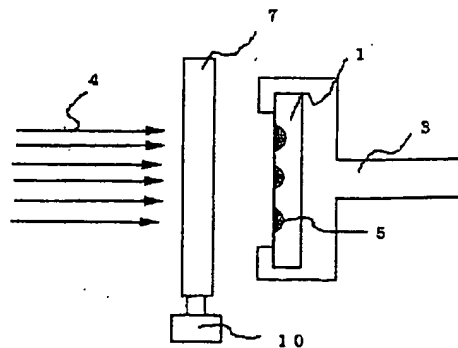
【図2】



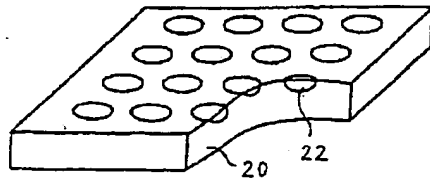
【図3】



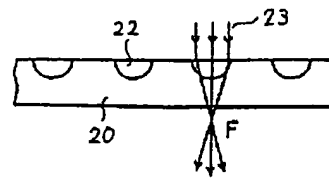
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

